



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

8 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института  
Теплоэнергетики

\_\_\_\_\_ Н.Д. Чичирова

« 27 » \_\_ 10 \_\_\_\_\_ 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Принципы эффективного управления технологическими процессами ТЭС

Направление 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
подготовки

Направленность(и) (профиль(и)) Технология производства электрической и  
тепловой энергии

Квалификация магистр

Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ Абасев Ю.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Тепловые электрические станции, протокол № 2- 2020/21 от 17.09.2020 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Тепловые электрические станции, протокол № 2- 2020/21 от 17.09.2020 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020 г.

Зам. директора института Теплоэнергетики \_\_\_\_\_ Власов С.М.

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020 г.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Принципы эффективного управления технологическими процессами ТЭС» является формирование знаний в области современного состояния и подходов к повышению эффективности управления технологическими процессами тепловых электростанций, методов создания моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение технических объектов.

Задачами дисциплины являются:

изучение современных способов повышения эффективности управления технологическими процессами тепловых электростанций.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>		
ПК-1 Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы на объектах по производству электрической и тепловой энергии	ПК-1.1 Разрабатывает планы и методические программы проведения исследований и разработок, связанных с технологиями производства электрической и тепловой энергии	<i>Знать:</i> принципы эффективного управления технологическими процессами на теплоэнергетических предприятиях (надёжность, безопасность, экономичность) и структура АСУ (АСУ ТП, АСУ производством, АСУП). <i>Уметь:</i> разрабатывать планы исследований по совершенствованию методов управления технологическими процессами в теплоэнергетике с учётом требований к балансу мощности, частоте и надёжности энергосистем <i>Владеть:</i> навыками составления методических программ для внедрения и модернизации АСУ ТП на ТЭС с учётом действующих стандартов
ПК-1 Способен планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы на объектах по производству электрической и тепловой энергии	ПК-1.2 Применяет методы и средства планирования организации исследований и разработок, связанных с технологиями производства электрической и тепловой энергии	<i>Знать:</i> состав и функции технических средств автоматизации и принципы оперативно диспетчерского управления энергосистемами <i>Уметь:</i> выбирать и применять методы планирования исследований и разработок для внедрения цифровых технологий (дистанционное управление, противоаварийная автоматика) в системах управления теплоэнергетикой <i>Владеть:</i> навыками использования нормативно технических документов и отраслевых стратегий для планирования модернизации систем управления ТЭС
ПК-2 Способен собирать научно-техническую информацию, проводить технико-экономический и	ПК-2.1 Собирает и анализирует научно-техническую информацию по	<i>Знать:</i> современные методы и средства управления технологическими процессами в теплоэнергетике (включая АСУ ТП, АСУ производством, АСУП),

<p>функционально-стоимостный анализ эффективности проектных решений для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p>	<p>технологиям производства электрической и тепловой энергии</p>	<p>структуру энергосистем и принципы оперативно диспетчерского управления (ЦДУ, ОДУ, РДУ), а также нормативные требования к надёжности, безопасности и экономичности работы ТЭС и энергосистем</p> <p><i>Уметь:</i> собрать и систематизировать научно техническую информацию о функционировании энергосистем и ТЭС (в т.ч. данные о режимах работы, показателях эффективности, применении цифровых технологий и автоматизации), анализировать её с учётом отраслевых стандартов</p> <p><i>Владеть:</i> навыками анализа и обобщения данных о работе теплоэнергетического оборудования и энергосистем (включая показатели частоты, баланса мощности, КПД, надёжности), интерпретации результатов мониторинга и диагностики для выявления резервов повышения эффективности производства электрической и тепловой энергии.</p>
<p>ПК-3 Способен интерпретировать и представлять результаты научных исследований в области технологий производства электрической и тепловой энергии в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p>	<p>ПК-3.1 Выполняет анализ и теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в области технологий производства электрической и тепловой энергии</p>	<p><i>Знать:</i> принципы управления электростанцией, особенности работы и взаимодействия оборудования в составе единой энергосистемы</p> <p><i>Уметь:</i> анализировать режимы работы и взаимодействие элементов электростанции (котлов, турбин), выполнять включение и настройку общестанционного оборудования с учётом требований безопасности и эффективности</p> <p><i>Владеть:</i> навыками управления электростанцией - контроля и координации работы котлов и турбин, оперативного реагирования на изменения режимов работы оборудования для обеспечения надёжного производства электрической и тепловой энергии</p>
<p>ПК-3 Способен интерпретировать и представлять результаты научных исследований в области технологий производства электрической и тепловой энергии в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p>	<p>ПК-3.2 Представляет результаты научно-исследовательских и опытно- конструкторских работ в области технологий производства электрической и тепловой энергии</p>	<p><i>Знать:</i> основные показатели эффективности работы энергосистем и способы их достижения с помощью АСУ ТП и цифровых технологий</p> <p><i>Уметь:</i> представлять результаты исследований и разработок по совершенствованию систем управления в теплоэнергетике в виде отчётов, схем, блок схем алгоритмов и технических предложений.</p> <p><i>Владеть:</i> навыками визуализации и интерпретации данных о режимах работы энергосистем и ТЭС (графики, таблицы, мнемосхемы) для отчётности перед заказчиком или руководством, а также для публичных презентаций и публикаций</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Принципы эффективного управления технологическими процессами ТЭС» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ПК-1		Технико-экономическое обоснование выбора параметров на ТЭС и внедрения нового оборудования Наилучшие доступные технологии на ТЭС
ПК-2		Технико-экономическое обоснование выбора параметров на ТЭС и внедрения нового оборудования Выбор и разработка основного и вспомогательного оборудования на ТЭС Наилучшие доступные технологии на ТЭС
ПК-2	Инновационные технологии производства электрической и тепловой энергии Контроль результатов внедрения разработок на ТЭС Теплотехнические испытания энергетического оборудования ТЭС	
ПК-3		Технико-экономическое обоснование выбора параметров на ТЭС и внедрения нового оборудования Выбор и разработка основного и вспомогательного оборудования на ТЭС
ПК-3	Контроль результатов внедрения разработок на ТЭС Теплотехнические испытания энергетического оборудования ТЭС	

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** теоретические и практические основы математического аппарата фундаментальных наук, теоретические основы теплотехники, технологии производства электрической и тепловой энергии на тепловых электростанциях

**Уметь:** решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук, теоретических основ теплотехники, знания технологий производства электрической и тепловой энергии

**Владеть:** основами профессиональной деятельности путём использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук, теоретических основ теплотехники, знания технологий производства электрической и тепловой энергии на тепловых электростанциях

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 53 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., практические занятия 32 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 128 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 5 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	53	53
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	32	32
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС),</b> в том числе:	128	128
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	Эк	Эк

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС							Итого	Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации						
<b>Раздел 1. Системы управления в теплоэнергетике</b>														
1. Системы управления в теплоэнергетике	2	2				5			7	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1	Л1.2, Л2.1	Сбс		2
<b>Раздел 2. Технологические защиты на ТЭС</b>														
2. Технологические защиты на ТЭС	2	6				16			22	ПК-2.1	Л1.2, Л2.1	Сбс		7

Раздел 3. Регулирование работой теплоэнергетического оборудования на ТЭС														
3. Регулирование работой теплоэнергетического оборудования на ТЭС	2	4	32			97	2			135	ПК-2.1 ПК-3.1 ПК-3.2	Л1.2, Л2.1, Л1.1	Сбс	40
Раздел 4. Автоматизация водогрейных котлов														
4. Автоматизация водогрейных котлов	2	2				5				7	ПК-2.1	Л1.1, Л1.2, Л2.1	Сбс	2
Раздел 5. Программно-технические комплексы в интегрированных АСУ ТЭС: принципы построения и функциональные схемы автоматизации														
5. Программно-технические комплексы в интегрированных АСУ ТЭС: принципы построения и функциональные схемы автоматизации	2	2				5				7	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1	Л1.1, Л2.1	Сбс	2
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	2				2			35	1	38	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-3.1 ПК-3.2		Э	40
<b>ИТОГО</b>		16	32		2	128	2	35	1	216			ЭК	100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Системы управления в теплоэнергетике	2
2	Технологические защиты на ТЭС	6
3	Регулирование работой теплоэнергетического оборудования на ТЭС	4
4	Автоматизация водогрейных котлов	2
5	Интегрированные АСУ тепловой электростанции, построенные на основе программно-технического комплекса	2
	<b>Всего</b>	<b>16</b>

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
3	Управление энергоблоком 300 Вт	4
3	Пуск блока	8
3	Определение технико-экономических показателей работы турбоустановки К-300-240 на компьютерном тренажере энергоблока мощностью 300 МВт	2

3	Определение термического КПД турбоустановки К-300-240 на компьютерном тренажере	2
3	Исследование переходных режимов котла ТГМП-314	2
3	Пересчет тепловой энергии отборного пара в электрическую энергию для т/у Т-100-130	4
3	Определение КПД котла ТП-80 методом обратного баланса	2
3	Определение КПД котла ТП-80 методом прямого баланса	4
3	Включение общестанционного оборудования на электростанции с поперечными связями	4
Всего		32

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Комплекс технических средств автоматизации. Реализация и концепции построения АСУ ТП	Сбс	5
2	Организация выдержки времени на срабатывание ТЗ. Организация режимного ввода ТЗ. Организация ремонтного вывода ТЗ. Формирование программы действия ТЗ. Формирование воздействий персонала в схемах ТЗ. Организация двухканальной схемы. Общие требования к схемам локальных ТЗ. Указания по эксплуатации устройства АВР. Общие требования к схемам защитных блокировок	Сбс	16
	Датчик контроля пламени горелок СГ-01/4. Устройство индикации наличия факела в топке котла ФАКЕЛ-3М1. Устройства контроля механических величин. Реле ПРУ-5М. Автоматические защиты прямоточных паровых котлов. Защиты, действующие на останов питательного насоса. Защиты, действующие на снижение нагрузки котла до 50% номинальной. Защиты, производящие локальные операции. Действия, выполняемые технологической защитой		
3	Регулирование нагрузки газомазутных прямоточных парогенераторов ТЭС. Программы регулирования мощности энергоблоков	Сбс	97
4	Контроль технологических параметров и защиты водогрейных котлов.	Сбс	5
5-6	Особенности реализации функций автоматизированной системы управления технологическими процессами тепломеханическим оборудованием (ТМО) ТЭС. Особенности реализации функций автоматизированной системы управления технологическими процессами электротехническим оборудованием (АСУТП ЭТО) ТЭС. Требования к надежности автоматизированной системы управления технологическими процессами. Функциональная схема автоматизации редуционно-охладительной установки.	Сбс	5

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии – лекции в сочетании с практическими занятиями, самостоятельное изучение определённых разделов, а также современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков компьютерного программирования реальных инженерно-технических задач в теплоэнергетике.

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформирова-	Компетенция в полной мере сформирована.	Сформированность компетенции соответствует	Сформированность компетенции в целом соответствует	Сформированность компетенции полностью
ованности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-1	ПК-1.1	Знать				
		принципы эффективного управления технологическими процессами на теплоэнергетических предприятиях (надёжность, безопасность, экономичность) и структура АСУ (АСУ ТП, АСУ производством, АСУП).	В полном объёме знает принципы эффективного управления технологическими процессами на теплоэнергетических предприятиях	Достаточно полно знает принципы эффективного управления технологическими процессами на теплоэнергетических предприятиях, допускает неточности	Плохо знает принципы эффективного управления технологическими процессами на теплоэнергетических предприятиях, допускает много ошибок	Не знает принципы эффективного управления технологическими процессами на теплоэнергетических предприятиях
		Уметь				
		разрабатывать планы исследований по	Свободно составляет планы исследований по	Умеет составлять планы исследований по	Слабо ориентируется в составлении	Не умеет составлять планы

	совершенствованию методов управления технологическими процессами в теплоэнергетике с учётом требований к балансу мощности, частоте и надёжности энергосистем	совершенствованию методов управления технологическими процессами в теплоэнергетике	совершенствованию методов управления технологическими процессами в теплоэнергетике, допускает незначительные ошибки	планы исследований по совершенствованию методов управления технологическими процессами в теплоэнергетике, допускает много ошибок	исследований по совершенствованию методов управления технологическими процессами в теплоэнергетике
	Владеть				
	навыками составления методических программ для внедрения и модернизации АСУ ТП на ТЭС с учётом действующих стандартов	В полном объёме владеет навыками составления методических программ для внедрения и модернизации АСУ ТП на ТЭС с учётом действующих стандартов	Достаточно полно владеет навыками составления методических программ для внедрения и модернизации АСУ ТП на ТЭС с учётом действующих стандартов	Слабо владеет навыками составления методических программ для внедрения и модернизации АСУ ТП на ТЭС с учётом действующих стандартов	Не владеет навыками составления методических программ для внедрения и модернизации АСУ ТП на ТЭС с учётом действующих стандартов
	Знать				
	состав и функции технических средств автоматизации и принципы оперативно диспетчерского управления энергосистемами	В полном объёме знает состав и функции технических средств автоматизации и принципы оперативно диспетчерского управления энергосистемами	Достаточно полно знает состав и функции технических средств автоматизации и принципы оперативно диспетчерского управления энергосистемами	Плохо знает состав и функции технических средств автоматизации и принципы оперативно диспетчерского управления энергосистемами, допускает много ошибок	Не знает состав и функции технических средств автоматизации и принципы оперативно диспетчерского управления энергосистемами
	Уметь				
ПК-1.2	выбирать и применять методы планирования исследований и разработок для внедрения цифровых технологий (дистанционное управление, противоаварийная автоматика) в системах управления теплоэнергетикой	Свободно выбирает и применять методы планирования исследований и разработок для внедрения цифровых технологий (дистанционное управление, противоаварийная автоматика) в системах управления теплоэнергетикой	Умеет выбирать и применять методы планирования исследований и разработок для внедрения цифровых технологий (дистанционное управление, противоаварийная автоматика) в системах управления теплоэнергетикой, допускает	Слабо ориентируется в выборе и применении методов планирования исследований и разработок для внедрения цифровых технологий (дистанционное управление, противоаварийная автоматика) в системах управления теплоэнергетикой	Не умеет выбирать и применять методы планирования исследований и разработок для внедрения цифровых технологий (дистанционное управление, противоаварийная автоматика) в системах управления

			незначительны е ошибки		теплоэнергети кой	
Владеть						
	навыками использования нормативно технических документов и отраслевых стратегий для планирования модернизации систем управления ТЭС	Свободно и в полном объёме владеет навыками использования нормативно технических документов и отраслевых стратегий для планирования модернизации систем управления ТЭС	Достаточно полно владеет навыками использования нормативно технических документов и отраслевых стратегий для планирования модернизации систем управления ТЭС	Слабо владеет навыками использования нормативно технических документов и отраслевых стратегий для планирования модернизации систем управления ТЭС, допускает много ошибок	Не владеет навыками использования нормативно технических документов и отраслевых стратегий для планирования модернизации систем управления ТЭС	
ПК- 2	ПК- 2.1	Знать				
		современные методы и средства управления технологическими процессами в теплоэнергетике (включая АСУ ТП, АСУ производством, АСУП), структуру энергосистем и принципы оперативно диспетчерского управления (ЦДУ, ОДУ, РДУ), а также нормативные требования надёжности, безопасности и экономичности работы ТЭС и энергосистем	В полном объёме знает современные методы и средства управления технологическими процессами в теплоэнергетике (включая АСУ ТП, АСУ производством, АСУП), структуру энергосистем и принципы оперативно диспетчерского управления (ЦДУ, ОДУ, РДУ), а также нормативные требования надёжности, безопасности и экономичности работы ТЭС и энергосистем	Достаточно полно знает современные методы и средства управления технологическим и процессами в теплоэнергетике, структуру энергосистем и принципы оперативно диспетчерского управления, а также нормативные требования надёжности, безопасности и экономичности работы ТЭС и энергосистем	Плохо знает современные методы и средства управления технологическими процессами в теплоэнергетике, структуру энергосистем и оперативно диспетчерского управления, а также нормативные требования надёжности, безопасности и экономичности работы ТЭС и допускает много ошибок	Не знает знает современные методы и средства управления технологическ ими процессами в теплоэнергети ке, структуру энергосистем и принципы оперативно диспетчерског о управления, а также нормативные требования к надёжности, безопасности и экономичност и работы ТЭС и энергосистем
		Уметь				
	собрать	и Свободно находит	Умеет находить и	Слабо	Не умеет	

		<p>систематизировать научно техническую информацию о функционировании энергосистем и ТЭС (в т.ч. данные о режимах работы, показателях эффективности, применении цифровых технологий и автоматизации), анализировать её с учётом отраслевых стандартов</p>	<p>и систематизирует научно техническую информацию о функционировании энергосистем и ТЭС (в т.ч. данные о режимах работы, показателях эффективности, применении цифровых технологий и автоматизации), анализировать её с учётом отраслевых стандартов</p>	<p>систематизировать научно техническую информацию о функционировании энергосистем и ТЭС, анализировать её с учётом отраслевых стандартов, допускает незначительные ошибки</p>	<p>ориентируется в научно технической информации о функционировании энергосистем и ТЭС, анализирует её с учётом отраслевых стандартов, допускает много ошибок</p>	<p>находить и систематизировать научно техническую информацию о функционировании энергосистем и ТЭС, анализировать её с учётом отраслевых стандартов</p>
		Владеть				
		<p>навыками анализа и обобщения данных о работе теплоэнергетического оборудования и энергосистем (включая показатели частоты, баланса мощности, КПД, надёжности), интерпретации результатов мониторинга и диагностики для выявления резервов повышения эффективности производства электрической и тепловой энергии</p>	<p>Свободно анализирует и обобщает данные о работе теплоэнергетического оборудования и энергосистем (включая показатели частоты, баланса мощности, КПД, надёжности), интерпретирует результаты мониторинга и диагностики для выявления резервов повышения эффективности производства электрической и тепловой энергии</p>	<p>Владеет навыками анализа и обобщения данных о работе теплоэнергетического оборудования и энергосистем, допускает незначительные ошибки</p>	<p>Слабо владеет навыками анализа и обобщения данных о работе теплоэнергетического оборудования и энергосистем, допускает много ошибок</p>	<p>Не владеет навыками анализа и обобщения данных о работе теплоэнергетического оборудования и энергосистем</p>
ПК-3	ПК-3.1	Знать				
		<p>принципы управления электростанцией, особенности работы и взаимодействия оборудования в составе единой энергосистемы</p>	<p>В полном объёме знает принципы управления электростанцией, особенности работы и взаимодействия оборудования в составе единой энергосистемы</p>	<p>Достаточно полно знает принципы управления электростанцией, особенности работы и взаимодействия оборудования в составе единой энергосистемы</p>	<p>Плохо знает принципы управления электростанцией, особенности работы и взаимодействия оборудования в составе единой энергосистемы, допускает много ошибок</p>	<p>Не знает принципы управления электростанцией, особенности работы и взаимодействия оборудования в составе единой энергосистемы</p>
		Уметь				

анализировать режимы работы и взаимодействие элементов электростанции (котлов, турбин), выполнять включение и настройку общестанционного оборудования с учётом требований безопасности и эффективности	Свободно осуществляет анализ режимов работы и взаимодействие элементов электростанции (котлов, турбин), выполняет включение и настройку общестанционного оборудования с учётом требований безопасности и эффективности, без ошибок	Умеет анализировать режимы работы и взаимодействие элементов электростанции (котлов, турбин), выполнять включение и настройку общестанционного оборудования с учётом требований безопасности и эффективности, допускает незначительные ошибки	Слабо может анализировать режимы работы и взаимодействие элементов электростанции (котлов, турбин), выполнять включение и настройку общестанционного оборудования	Не умеет анализировать режимы работы и взаимодействие элементов электростанции (котлов, турбин), выполнять включение и настройку общестанционного оборудования
--	--	---	---	--

Владеть

навыками управления электростанцией - контроля и координации работы котлов и турбин, оперативного реагирования на изменения режимов работы оборудования для обеспечения надёжного производства электрической и тепловой энергии	Свободно и в полном объёме владеет навыками управления электростанцией - контроля и координации работы котлов и турбин, оперативного реагирования на изменения режимов работы оборудования	Достаточно полно владеет навыками управления электростанцией, оперативного реагирования на изменения режимов работы оборудования, допускает незначительные ошибки	Слабо владеет навыками управления электростанцией, оперативного реагирования на изменения режимов работы оборудования, допускает много ошибок	Не владеет навыками управления электростанцией, оперативного реагирования на изменения режимов работы оборудования
---	--	---	---	--

ПК-3.2

Знать

основные показатели эффективности работы энергосистем и способы их достижения с помощью АСУ ТП и цифровых технологий	В полном объёме знает основные показатели эффективности работы энергосистем и способы их достижения с помощью АСУ ТП и цифровых технологий	Достаточно полно знает основные правила составления отчёта по результатам научно-исследовательской работы, допускает неточности	Плохо знает основные показатели эффективности работы энергосистем и способы их достижения с помощью АСУ ТП и цифровых технологий, допускает много ошибок	Не знает основные показатели эффективности работы энергосистем и способы их достижения с помощью АСУ ТП и цифровых технологий
--	--	---	--	---

Уметь

	представлять результаты исследований и разработок по совершенствованию систем управления в теплоэнергетике в виде отчётов, схем, блок схем алгоритмов и технических предложений	Умеет представлять результаты исследований и разработок по совершенствованию систем управления в теплоэнергетике в виде отчётов, схем, блок схем алгоритмов и технических предложений, без ошибок	Умеет представлять результаты исследований и разработок по совершенствованию систем управления в теплоэнергетике в виде отчётов, схем, блок схем алгоритмов и технических предложений, допускает незначительные ошибки	Умеет представлять результаты исследований и разработок по совершенствованию систем управления в теплоэнергетике в виде отчётов, схем, блок схем алгоритмов и технических предложений, допускает много ошибок	Не умеет представлять результаты исследований и разработок по совершенствованию систем управления в теплоэнергетике в виде отчётов, схем, блок схем алгоритмов и технических предложений
Владеть					
	навыками визуализации и интерпретации данных о режимах работы энергосистем и ТЭС (графики, таблицы, мнемосхемы) для отчётности перед заказчиком или руководством, а также для публичных презентаций и публикаций	Свободно владеет навыками визуализации и интерпретации данных о режимах работы энергосистем и ТЭС (графики, таблицы, мнемосхемы) для отчётности перед заказчиком или руководством, а также для публичных презентаций и публикаций	Достаточно полно владеет навыками визуализации и интерпретации данных о режимах работы энергосистем и ТЭС для отчётности перед заказчиком или руководством, а также для публичных презентаций и публикаций, допускает незначительные ошибки	Плохо владеет навыками визуализации и интерпретации данных о режимах работы энергосистем и ТЭС для отчётности перед заказчиком или руководством, а также для публичных презентаций и публикаций, допускает много ошибок	Не владеет навыками визуализации и интерпретации данных о режимах работы энергосистем и ТЭС для отчётности перед заказчиком или руководством, а также для публичных презентаций и публикаций

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Ротач В.Я	Теория автоматического управления	учебник для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2020	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014172.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014172.html</a>	
2	Плетнев Г. П.	Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике	учебник	М.: Издательский дом МЭИ	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010839.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010839.html</a>	1
3	Воронов В. Н., Петрова Т. И., Пильщикова	Водно-химические режимы ТЭС и АЭС	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011294.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011294.html</a>	1

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин	Тепловые и атомные электрические станции	учебник	М.: МЭИ	2004		10

2	Чичирова Н.Д. [и др.]	Компьютерные тренажеры ТЭС	учебное пособие	Казань : КГЭУ	2009	<a href="https://lib.kgeu.ru">https://lib.kgeu.ru</a>	
3	Чичирова Н.Д. [и др.]	Тренажёрно-аналитический комплекс для электростанции с поперечными связями	учебное пособие	Казань : КГЭУ	2018	<a href="https://lib.kgeu.ru">https://lib.kgeu.ru</a>	

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Ротач В.Я., Теория автоматического управления : учебник для вузов / В.Я. Ротач. - 4-е изд., стереот. - М. : МЭИ, 2020.	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014172.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014172.html</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
4	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
5	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
3	LMS Moodle	Это современное программное обеспечение	<a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a>
4	Програм. обеспеч. всережимного компьютерного тренажера для каф	программное обеспечение лицензионное	

	ТЭС (ПО Тренажер-симулятор энергоблока 300 МВт).		
5	Тренажёр ТЭС с поперечными связями для тепловых электростанций с котлоагрегатами типа ТП-80 и двух турбоагрегатов типа ПТ-60-130/13 и Т-100/120-130	программное обеспечение лицензионное	№2017.5734-RSA от 14.11.2017

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лек	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	38 посадочных мест, доска аудиторная. проектор, моноблок (13 шт). камера IP, микрофон, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Пр	Учебная аудитория для проведения практических занятий	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: телевизор (4 шт.), компьютер в комплекте с монитором (10 шт.). компьютерный тренажерно- аналитический комплекс энергоблока 300 МВт, Тренажёр ТЭС с поперечными связями для тепловых электростанций с котлоагрегатами типа ТП-80 и двух турбоагрегатов типа ПТ-60-130/13 и Т-100/120-130
3	СР	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС.

## 8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с

**ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_ /20\_\_  
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика 17.09.2020 г.,  
протокол № 2-2020/21

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

Программа одобрена методическим советом института Теплоэнергетики  
27.10.2020 г., протокол № 07/20

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_  
А.А./

/Баталова

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_

/Чичирова Н.Д./

*Подпись, дата*

### 3.1. Структура дисциплины для заочного обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 19 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 4 час., практические занятия 10 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 189 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 1,5 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	19	19
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Практические занятия (Пр)	10	10
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС),</b> в том числе:	189	189
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	Эк	Эк

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **по дисциплине**

**Принципы эффективного управления технологическими процессами ТЭС**

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и) (профиль(и)) Технология производства электрической и тепловой энергии

Квалификация магистр

Форма обучения очная

Оценочные материалы по дисциплине «Принципы эффективного управления технологическими процессами ТЭС» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций:

ПК-1 Способен проводить расчёты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

ПК-2 Способен собирать научно-техническую информацию, проводить технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проектных решений для расчёта параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

ПК-3 Способен интерпретировать и представлять результаты научных исследований в области производства электрической и тепловой энергии в виде отчётов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине, проводится в виде коллоквиума, защиты индивидуального задания, контроля выполнения самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине во 2 семестре в форме экзамена.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 2

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1,2,3	Изучение теоретического материала, подготовка к собеседованию	Сбс	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2	менее 10	10-12	12-15	15-18

3	Изучение теоретического материала, подготовка к собеседованию	Сбс	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2	менее 15	15-17	17-20	20-24
3,4,5	Изучение теоретического материала, подготовка к собеседованию	Сбс	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-3.1, ПК-3.2	менее 10	10-12	12-15	15-18
Всего баллов				менее 35	35-44	44-54	54-60

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочн	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Экзамен (Эк)	Экзамен проводится по теоретическому материалу второго семестра	Экзаменационные билеты
Сбс	Проведение собеседования по теоретическому материалу	Вопросы к собеседованию

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Собеседование
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Вопросы на собеседовании</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Системы управления в теплоэнергетике</li> <li>1. Каковы основные требования к деятельности современного теплоэнергетического предприятия?</li> <li>2. Чем обусловлена необходимость повсеместного внедрения автоматизированных систем управления работой производственного оборудования?</li> <li>3. В чём заключается сущность автоматизации на теплоэнергетическом предприятии?</li> <li>4. Введите следующие понятия: ИУВК, ЛПР, АСУ ТП, АСР, КТСА, АСУ производством, АСУ предприятием.</li> <li>5. Приведите (с объяснениями) типовую структуру энергетической системы как единого объекта управления.</li> <li>6. Почему Единую энергетическую систему (ЕЭС) России можно считать сверхобъединением?</li> <li>7. Как называются диспетчерские управления различного уровня?</li> <li>8. Приведите (с объяснениями) структуру автоматизированной системы диспетчерского управления ЕЭС.</li> <li>9. Что означает управление технологическим процессом производства электроэнергии на ТЭС?</li> </ol>

10. Приведите (с объяснениями) структуру управления конденса-ционной тепловой электростанции.

11. Приведите примеры функционально-группового управления.

12. Поясните алгоритм пуска ПЭ.

## 2. Технологические защиты на ТЭС

1. Что представляет собой подсистема технологических защит (ТЗ) в рамках АСУ ТП?
2. Какие основные задачи решает подсистема технологических защит на ТЭС?
3. В каком режиме работают технологические защиты и когда происходит их срабатывание?
4. На какие три группы делятся технологические защиты по назначению и характеру воздействия? Кратко охарактеризуйте каждую группу.
5. Какие устройства устанавливаются перед каждой газовой горелкой парового или водогрейного котла тепловой производительностью более 420 ГДж/ч?
6. Как определяется направление действия защит на котлах, рассчитанных на сжигание нескольких видов топлива?
7. Опишите особенности срабатывания защит, выполненных по схемам «один из двух», «два из двух» и «два из трёх».
8. Какое минимальное и оптимальное количество датчиков рекомендуется использовать для защит, действующих на отключение парового котла или турбины?
9. Из каких частей должна состоять каждая технологическая защита согласно нормативным требованиям? Кратко раскройте назначение каждой части.
10. Какие признаки могут служить основанием для срабатывания технологической защиты?
11. Каким образом организуется ввод и вывод технологических защит (в т.ч. режимный и ремонтный)?
12. Какие сигналы и индикация сопровождают срабатывание технологической защиты?
13. Как реализуется выдержка времени на срабатывание технологических защит и от чего зависит её точное или ориентировочное значение?
14. В чём заключаются преимущества использования микропроцессорных средств для реализации подсистемы технологических защит по сравнению с традиционными средствами?
15. Какие недостатки связаны с применением микропроцессорной техники для реализации подсистемы ТЗ и ЗБ?
16. Какие требования предъявляются к микропроцессорным устройствам технологических защит в части диагностики и самодиагностики?
17. Какие сведения должны фиксироваться и архивироваться устройством ТЗ, и в каком виде эта информация может передаваться в другие подсистемы АСУ ТП?
18. Что входит в состав комплектных устройств технологических защит (УКТЗ) и как организовано их электропитание?
19. Какие функции выполняют запально-защитные устройства (ЗЗУ) и какие типы датчиков контроля пламени используются на ТЭС (приведите 2–3 примера)?
20. Для чего предназначена аппаратура типа «Вибробит-100» и «Вибробит-300», какие параметры она контролирует и какие дополнительные возможности предоставляет в составе АСУ ТП?

## Продолжение п.2

1. Какой допустимый диапазон продольного перемещения ротора относительно статора для различных типов турбин и чем он ограничен?
2. Какие последствия могут возникнуть при чрезмерном осевом смещении ротора турбины?
3. Какие первичные приборы фиксируют изменение положения ротора относительно статора и по какой схеме они соединяются?
4. Опишите алгоритм действия технологической защиты при осевом смещении ротора — от срабатывания датчика до остановки турбины.
5. Какое давление масла должно поддерживаться в системе смазки подшипников в нормальном режиме работы и какие меры предусмотрены на случай его падения?

6. Как работает система включения аварийных масляных насосов при понижении давления в системе смазки? В чём разница во времени включения первого и второго насосов?
7. При каком условии и каким образом защита от понижения давления масла воздействует на закрытие стопорного клапана турбины?
8. К каким последствиям приводит ухудшение вакуума в конденсаторе и как защита предотвращает повреждение турбины в этом случае?
9. С помощью какого устройства формируется сигнал для защиты при срыве вакуума и по какой схеме оно работает?
10. Какой процент превышения частоты вращения ротора приводит к срабатыванию автомата безопасности и как это влияет на работу турбины?
11. При каких условиях срабатывает защита от повышения виброскорости корпусов подшипников турбоагрегата и какая выдержка времени предусмотрена?
12. Как устроена и действует защита от понижения температуры свежего пара перед турбиной? На что она воздействует в моноблочных установках?
13. В чём особенность защиты от повышения температуры свежего пара перед турбиной ТМЗ (схема, выдержка времени)?
14. По какой схеме выполняется защита от понижения уровня в демпферном маслобаке системы уплотнений вала генератора и с какой выдержкой времени она действует на останов турбины?
15. Какие условия приводят к срабатыванию защиты при отключении всех масляных насосов системы уплотнений вала генератора (при отсутствии инжектора)?
16. Как организована защита при понижении расхода воды через обмотку статора генератора и какая выдержка времени предусмотрена для её срабатывания?
17. В каких случаях срабатывает защита при отключении генератора от сети и какие дополнительные действия она выполняет (для теплофикационных турбин)?
18. Как контролируется перепад давлений на последней ступени турбины с противодавлением и сколько датчиков используется?
19. Опишите принцип действия защиты при повышении давления пара в сетевом подогревателе теплофикационной турбины (при отсутствии полнопроходного предохранительного клапана).
20. Какие два параметра контролируются отдельно в защите от повышения температуры масла за маслоохладителями турбины ТМЗ при пониженном давлении воды перед маслоохладителями и при каких условиях защита действует на останов турбины?

### 3. РЕГУЛИРОВАНИЕ РАБОТОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТЭС

1. Опишите путь пара в теплофикационной турбине с отопительными отборами (начиная от котлоагрегата и заканчивая конденсатором), опираясь на схему рис. 3.8. Какие основные элементы турбины он проходит?
2. Перечислите и кратко охарактеризуйте основные регулирующие системы теплофикационной турбины, изображённой на рис. 3.8. Укажите, какие элементы отвечают за регулирование частоты вращения, давления в отопительном отборе, уровня в конденсаторе и давления в уплотнениях.
3. Назовите основные защитные системы теплофикационной турбины (рис. 3.8) и объясните принцип действия хотя бы одной из них (например, системы защиты от разгона).
4. В чём принципиальное различие между базовым и регулирующим режимами работы котла на ТЭС? Как это влияет на участие котла в регулировании нагрузки станции?
5. Объясните, как регулируется давление пара в магистрали в регулирующем режиме работы котла. Какой главный способ используется и на какой параметр оказывается воздействие?
6. Как изменяется схема регулирования давления пара перед турбиной при переходе с регулирующего режима (рис. 3.9, линия а) на базовый режим (рис. 3.9, линия б)? Что именно переключается и почему?
7. Сравните два подхода к регулированию давления пара в общем паропроводе при работе группы котлов (рис. 3.10, а): когда все котлы работают в регулирующем режиме и когда часть котлов переведена в базовый режим. В чём преимущества и недостатки каждого?

ого подхода?

8. Опишите два основных способа регулирования активной мощности турбогенератора. В чём ключевое различие между регулированием по каналу «клапаны — мощность» и по каналу «давление — мощность»? Приведите пример ситуации, когда применяется в той или иной способ.
9. Что такое «приёмистость» энергоблока? Почему она важна для энергосистемы? Какие меры предпринимаются для повышения приёмистости энергоблоков?
10. Проанализируйте недостатки работы энергоблока при постоянном номинальном давлении пара на частичных нагрузках (с точки зрения потерь теплоты, надёжности и температурного режима турбины). Почему режим работы на скользящем давлении считается более предпочтительным в ряде случаев? Кратко опишите принцип работы энергоблока на скользящем давлении.

#### 4. АВТОМАТИЗАЦИЯ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

1. Для чего предназначены водогрейные котлы и каким образом в них осуществляется нагрев воды? Перечислите виды топлива, которые могут использоваться в водогрейных котлах.
2. Какие существуют варианты конструкций водогрейных котлов? Приведите 3–4 примера.
3. Чем отличаются открытая и закрытая схемы теплоснабжения при централизованном теплоснабжении? Для каких котлов (большой/малой мощности) какая схема характерна?
4. В чём разница между зависимой и независимой закрытой системой теплоснабжения? Как в независимой схеме организуется горячее водоснабжение (ГВС)?
5. Какие три способа регулирования полезно использованной теплоты со стороны воды существуют? Кратко охарактеризуйте каждый (на основе уравнения теплового баланса).
6. Почему в системах централизованного теплоснабжения большой мощности используется качественное регулирование на источнике теплоты? Какие два ограничения по изменению расходов воды ( $G_{\max}$  и  $G_{\min}$ ) накладываются на работу котлов и чем они обусловлены?
7. Что такое коэффициент избытка воздуха  $\alpha_T$ ? Приведите оптимальные значения  $\alpha_{\text{ОПТ}}$  для газа, мазута и углей. Как этот коэффициент связан с КПД котла и потерями теплоты?
8. Какие три основных регулятора устанавливаются на котлах, оснащённых вентилятором и дымососом? Кратко опишите назначение каждого.
9. По каким параметрам осуществляется защита водогрейных котлов, сжигающих газообразное или жидкое топливо? Разделите их на две группы: связанные с нарушением процесса горения и связанные с параметрами воды на выходе из котла.
10. Какие задачи выполняют комплексы средств управления (КСУ) и автоматические системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) в работе водогрейных котлов? Приведите 3–4 ключевые функции.

#### 5. Программно-технические комплексы в интегрированных АСУ ТЭС: принципы построения и функциональные схемы автоматизации

1. Что представляет собой функциональная схема автоматизации и какую роль она играет в проектировании систем автоматизации?
2. Какие два ключевых аспекта должна учитывать функциональная схема при разработке системы автоматизации?
3. Какие элементы обязательно отображаются на функциональной схеме автоматизации? Перечислите минимум три.
4. Для каких целей используются функциональные схемы помимо визуализации структуры автоматизации? Приведите 2–3 примера.
5. Опишите порядок составления функциональной схемы автоматизации — перечислите основные этапы.
6. Как размещаются приборы и средства автоматизации на функциональной схеме (в какой последовательности)?

	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. В каких случаях допускается разрыв линий связи на функциональной схеме и как он оформляется?</li> <li>8. Каков порядок нумерации приборов на функциональной схеме после её составления? Зависит ли он от организации-исполнителя проекта?</li> <li>9. Какие устройства на технологических трубопроводах показываются на функциональной схеме? Приведите примеры.</li> <li>10. На какие основные группы подразделяют приборы и средства автоматизации? Кратко охарактеризуйте каждую.</li> <li>11. Из каких элементов состоит комплект измерения какого-либо параметра? Дайте краткую характеристику каждого элемента.</li> <li>12. Что такое первичный измерительный преобразователь? Приведите 3 примера таких устройств.</li> <li>13. Какую функцию выполняет промежуточный преобразователь (датчик)? Приведите два примера подобных устройств.</li> <li>14. Какие виды вторичных измерительных приборов существуют по функциональным признакам? Кратко опишите каждый.</li> <li>15. Что представляют собой регулирующие органы с точки зрения конструкции? Приведите 3–4 примера.</li> <li>16. По какому стандарту выполняются условные обозначения приборов и средств автоматизации на функциональных схемах? Укажите номер и название стандарта.</li> <li>17. Какие основные буквенные обозначения измеряемых величин используются в условных обозначениях приборов (по ГОСТ)? Приведите 5 примеров с расшифровкой.</li> <li>18. Какие дополнительные буквенные обозначения уточняют измеряемый параметр? Расшифруйте их значение.</li> <li>19. Какие буквы используются для обозначения функциональных признаков приборов (сигнализации, показания, регистрации и т. д.)? Расшифруйте минимум четыре буквы.</li> <li>20. Как правильно расположить буквенные обозначения в условном обозначении прибора (порядок следования)? Приведите пример полного условного обозначения прибора с расшифровкой всех элементов.</li> </ol>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Собеседование во 2-м семестре: по сумме баллов высокий уровень 50-60 баллов, средний уровень 40-49 баллов, ниже среднего 30-39 балла, низкий – менее 30 баллов

#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

<b>Наименование оценочного средства</b>	Экзамен
---	---------

<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p style="text-align: center;">КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Институт теплоэнергетики Кафедра ТЭС</p> <p style="text-align: center;">Дисциплина «Принципы эффективного управления технологическими процессами ТЭС»</p> <p style="text-align: center;">Билет № 1</p> <p>1. Что входит в состав типовой энергетической системы? 2. В чём особенность защиты от повышения температуры свежего пара перед турбиной ТМЗ (схема, выдержка времени)? 3. Какие буквы используются для обозначения функциональных признаков приборов (сигнализации, показания, регистрации и т.д.)?</p> <p>Утверждаю: Зав.кафедрой ТЭС</p> <p style="text-align: right;">Н.Д.Чичирова</p> <p style="text-align: right;">« _____ » _____ 202 г.</p>
<p>Критерии и шкала оценивания</p>	<p>Сумма текущего контроля и промежуточной аттестации 55-69 баллов – удовлетворительно, 70-84 балла – хорошо, 85-100 баллов – отлично</p>